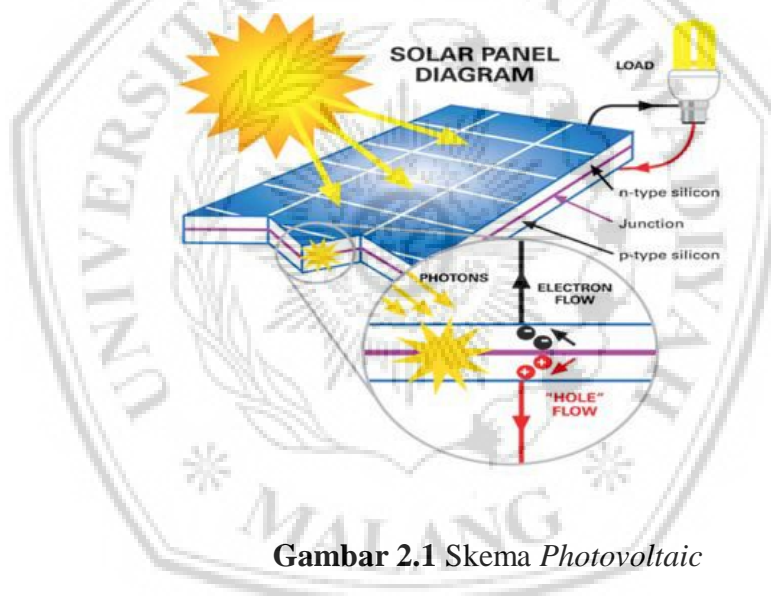


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

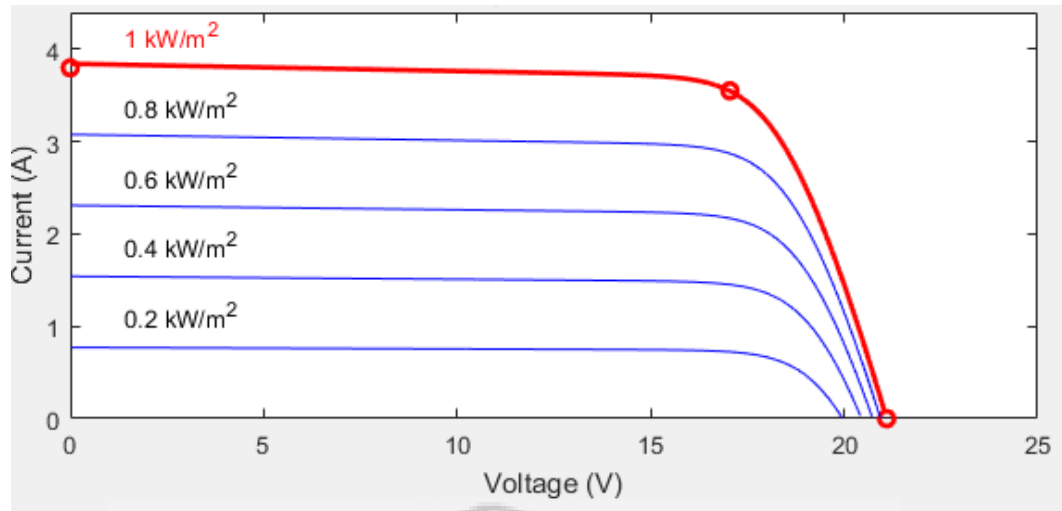
2.1 Photovoltaic

PV merupakan *device* yang memanfaatkan sinar matahari untuk dijadikan energy listrik dimana komponen utamanya berupa *cell* yang di bentuk dari layer tipe-n dan tipe-p (dalam Logeswaran, T., & Kumar, A. (2014)). Prinsip kerja dari PV yaitu ketika sel-sel PV mendapatkan sinar matahari maka partikel cahaya yang berupa foton menumbuk electron. Ketika *energy* foton terpenuhi maka electron akan menuju ke pita konduksi melewati titik awal pita valensi dan pita pemisah. Kemudian *electron* pada pita konduksi bergerak dan *electron* tersebut disebut dengan arus listrik [6]. Gambar 2.1 menunjukkan kerja dari *photovoltaic*.

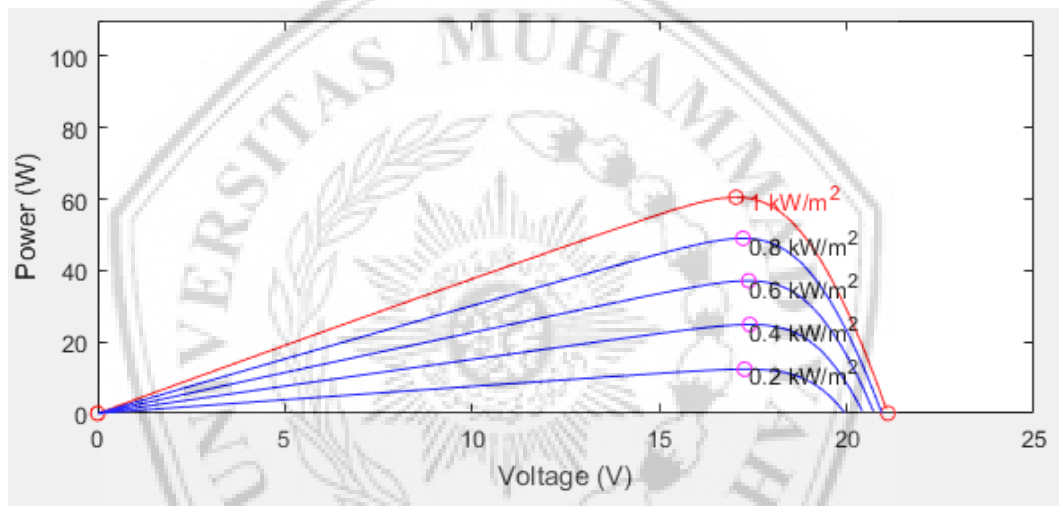


Gambar 2.1 Skema Photovoltaic

Kemudian untuk kurva karakteristik PV diperlihatkan pada gambar 2.2 dan 2.3. Gambar 2.2 menunjukkan kurva karaktersistik PV arus-tegangan berdasarkan perubahan radiasi matahari, sedangkan gambar 2.3 adalah gambar kurva karaktersitik PV P-V berdasarkan perubahan radiasi matahari.



Gambar 2.2 Kurva I-V Berdasarkan Perubahan Radiasi Matahari



Gambar 2.3 Kurva P-T Berdasarkan Perubahan Radiasi Matahari

2.2 Maximum Power Poin Tracking (MPPT)

Maximum Power Poin Tracker (MPPT) ialah tehnik penjejakan agar mendapatkan keluaran maksimum power daya (MPP) yang dihasilkan oleh *photovoltaic* dimana MPPT terdiri dari sebuah konverter dan *controller* MPPT berupa algoritma. Keuntungan menggunakan sistem MPPT yaitu penggunaan MPPT dapat dengan cepat memenuhi kondisi *equilibrium photovoltaic* yang dibutuhkan beban dan *photovoltaic* [8]. Dalam pengoperasian MPPT daya (P) yang dihasilkan merupakan hasil dari perkalian antara Tegangan (V) dan I (I) seperti pada persamaan (2.1).

$$P = V \times I \quad (2.1)$$

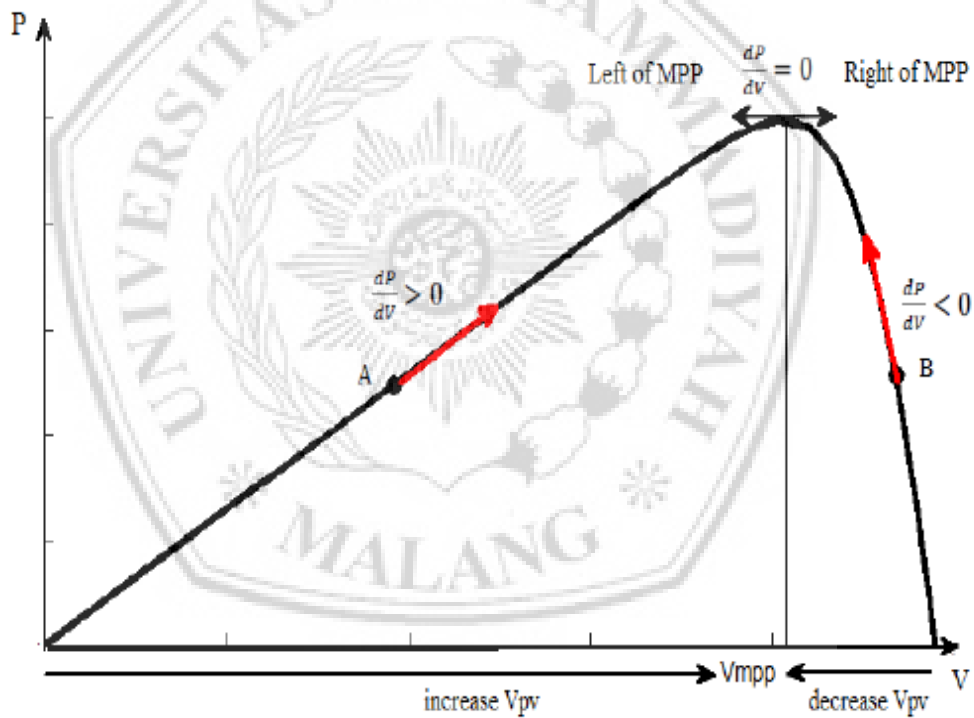
2.2.1 Algoritma *Peturb And Observe* (P&O)

Algoritma *Peturb And Observe* (P&O) ialah algoritma yang digunakan untuk menjejakan maksimum power daya (MPP) yg kerjanya berdasarkan kurva P terhadap V yang mana $V(dV)$ merupakan *step perturbation*. Ketika nilai $\frac{dP}{dV}$ mendekati nol maka algoritma ini mencapai titik daya maksimumnya atau dikenal dalam keadaan mantab. Persamaan dari algoritma P&O sebagai berikut.

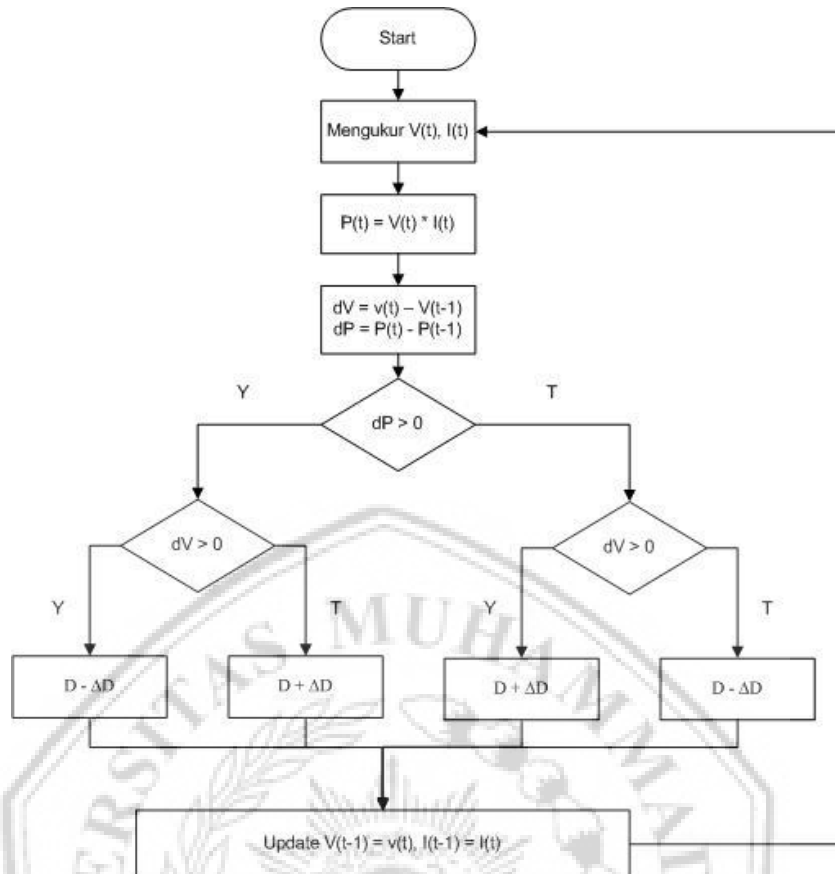
$$\text{Ketika } \frac{dP}{dV} > 0 \text{ maka letak sistem di kiri maksimum power daya} \quad (2.2)$$

$$\text{Ketika } \frac{dP}{dV} < 0 \text{ maka letak sistem di kiri maksimum power daya} \quad (2.3)$$

$$\text{Ketika } \frac{dP}{dV} = 0 \text{ maka } \textit{system} \text{ mencapai maksimum power daya} \quad (2.4)$$

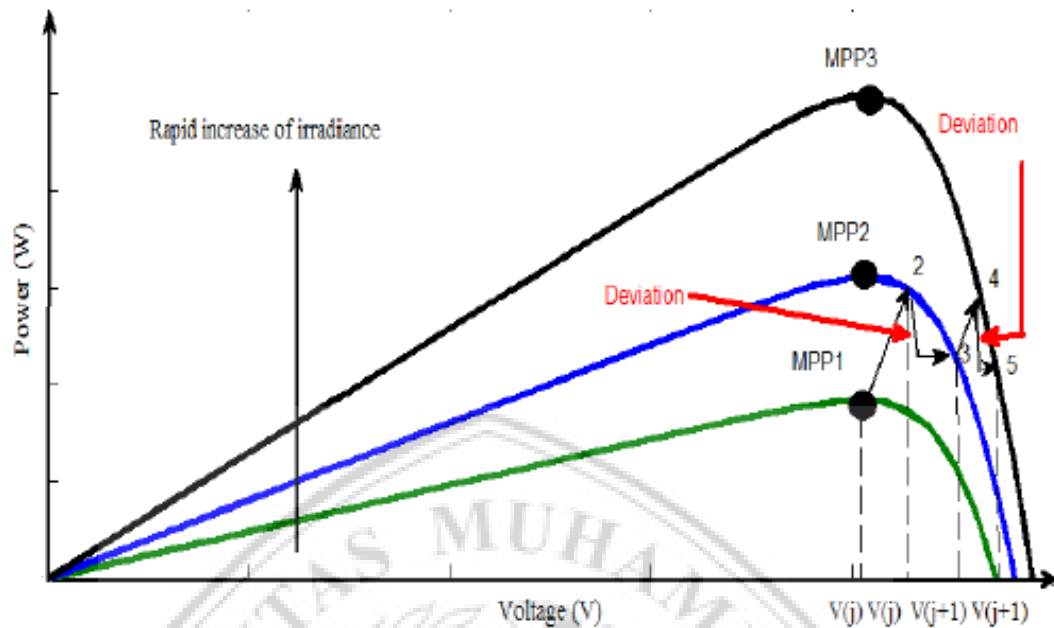


Gambar 2.4 Kurva P&O



Gambar 2.5 Flowchart P&O

Algoritma ini sering digunakan dalam sistem MPPT karena memiliki efisiensi tinggi sebesar 96%. Akan tetapi kurang efektifnya algoritma ini melacak MPP saat terjadinya perubahan iradiasi matahari yang secara cepat atau mendadak mengakibatkan timbulnya simpangan pada titik MPP. Kekurangan P&O tidak bisa mengenal terjadinya perubahan yang datang apakah berasal dari perubahan cuaca atau *perturbation*. Pada kurva gambar 2.6 dapat dijelaskan ketika iradiasi matahari cepat meningkat. Awal sistem di MPP titik 1 saat *perturbation* j, ketika iradiasi matahari naik maka MPP titik 1 berpindah ke titik 2 yang mana dP dan dV memiliki nilai *positive* maka tegangan *perturbation* meningkat sehingga di titik MPP 2 geser menuju titik MPP 3 sehingga *system* menyimpang serta menjauhi MPP 2. Disini merupakan kesalahan P&O dalam hal memberikan keputusan yang seharusnya menurunkan tegangan *perturbation* sehingga titik MPP 2 geser ke MPP 2.



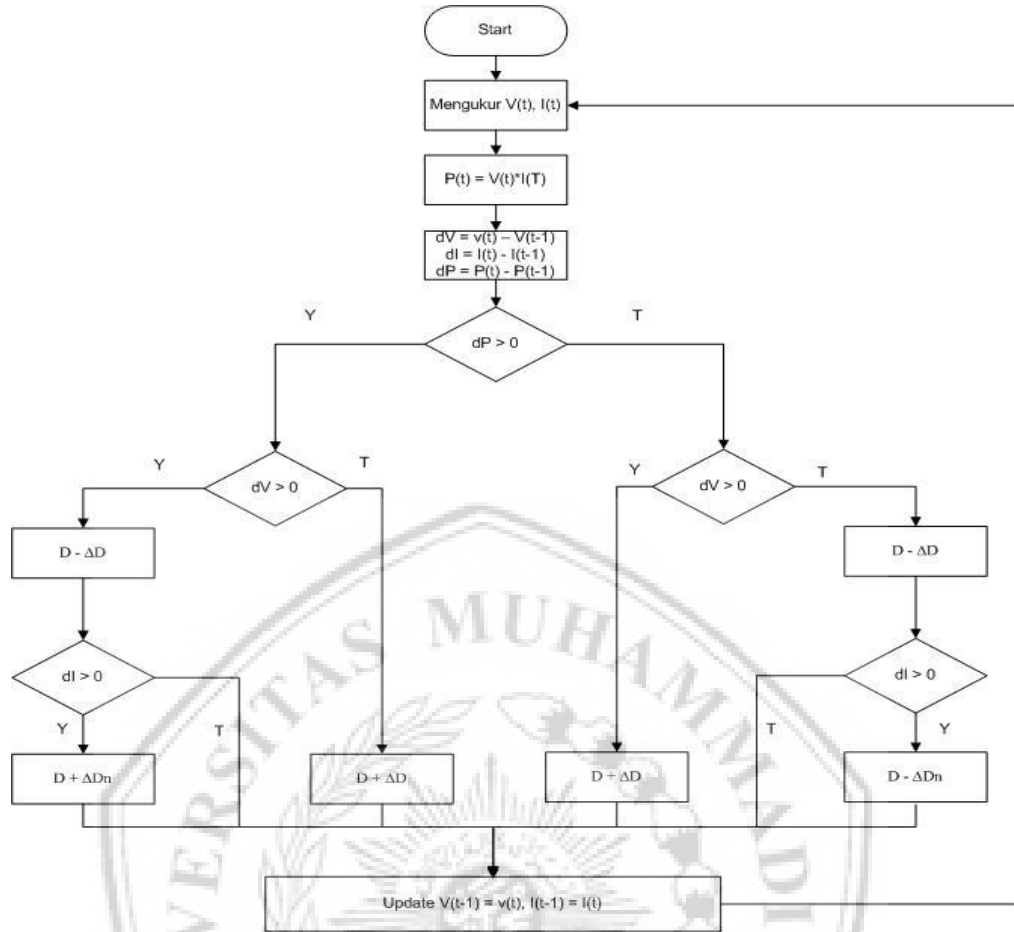
Gambar 2.6 Kurva Kenaikan Iradiasi Matahari

2.1.1 Algoritma Modified Perturb And Observe (P&O)

Algoritma *modified Perturb And Observe* (P&O) ialah algoritma pengembangan dari algoritma P&O dikarenakan adanya simpangan ketika terjadinya kenaikan iradiasi matahari dengan cepat. Oleh karena itu diterapkan modifikasi berupa tambahan parameter parameter dI dan *variable* step (ΔDn).

$\Delta Dn = M |dP|$, Yang mana M merupakan variabel tetap yang diatur sendiri

Dengan tambahan parameter tersebut dapat teratasinya kebingungan pengambilan keputusan P&O dan penyimpangan pada MPP dapat dikurangi [5].



Gambar 2.7 Flowchart *Modified P&O*

2.2.3 Algoritma *Incremental Conductance*

Algorithm Incremental Conductance (INC) ialah *algorithm* yang digunakan untuk menjejakan MPP yg kerjanya berdasarkan kurva Daya (P) terhadap tegangan (V) merupakan algoritma. Algoritma ini menggapai MPP dengan cara melakukan perbandingan antara nilai konduktansi (I/V) dengan perubahan nilai konduktansi (dI/dV). Persamaan dari *algorithm* INC sebagai berikut.

$$\frac{dP}{dV} > 0 \text{ maka letak system di kiri MPP} \quad (2.5)$$

$$\frac{dP}{dV} < 0 \text{ maka system di kanan MPP} \quad (2.6)$$

$$\frac{dP}{dV} = 0 \text{ maka system telah mencapai MPP} \quad (2.7)$$

Karena ,

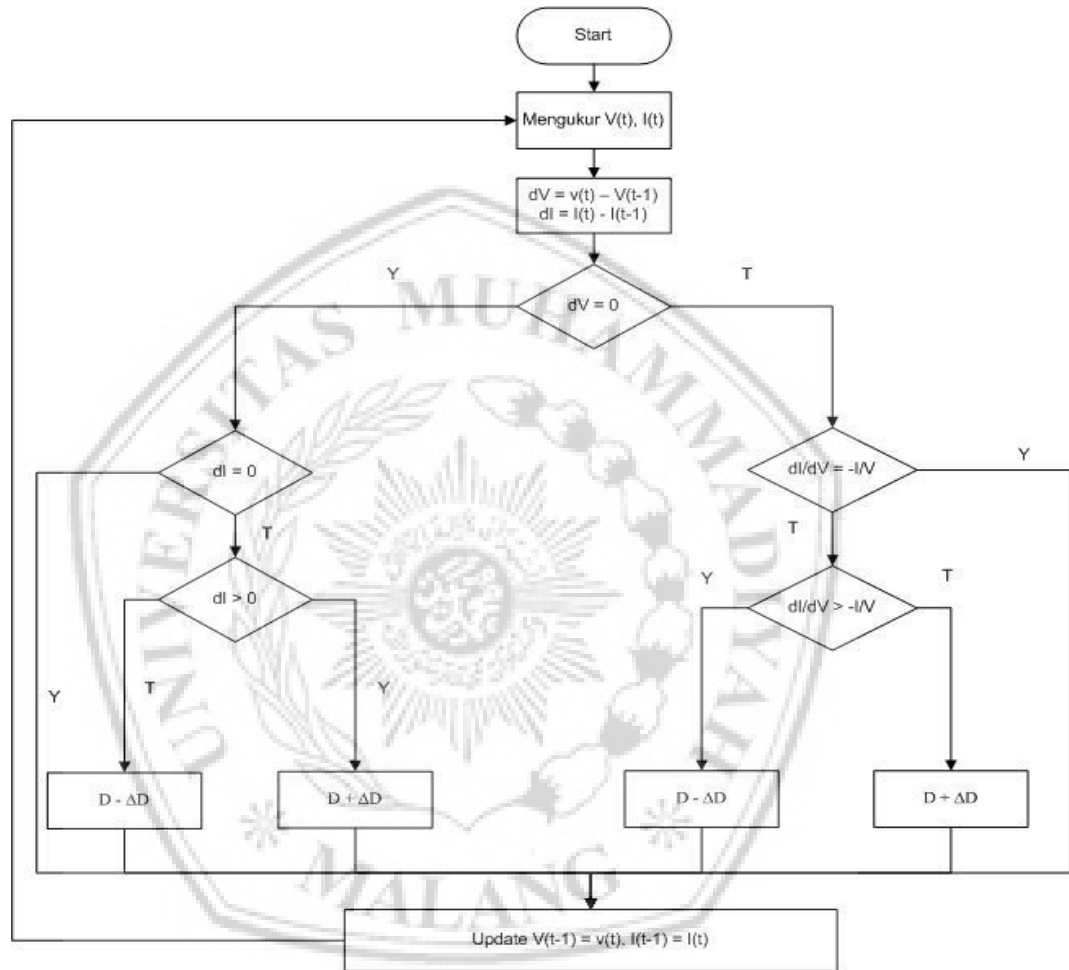
$$\frac{dP}{dV} = \frac{d(IV)}{dV} = I + V \frac{dI}{dV} \quad (2.8)$$

Maka,

$$\text{Ketika } \frac{dI}{dV} > -\frac{I}{V} \text{ system di kiri MPP} \quad (2.9)$$

$$\text{Ketika } \frac{dI}{dV} < -\frac{I}{V} \text{ system di kanan MPP} \quad (2.10)$$

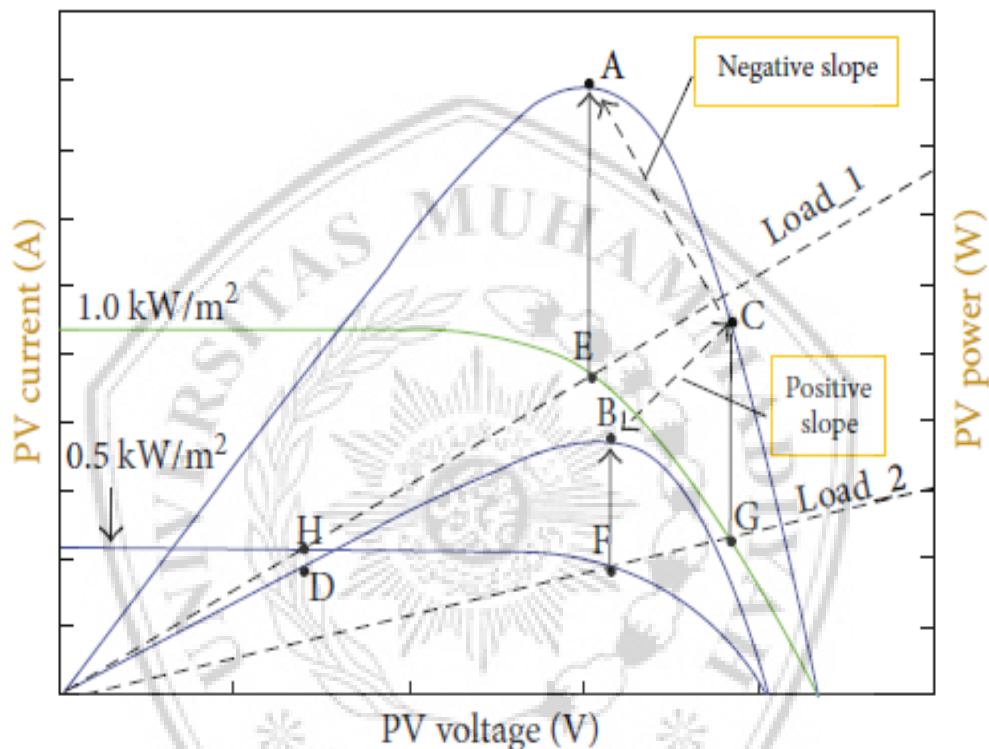
$$\text{Ketika } \frac{dI}{dV} = -\frac{I}{V} \text{ system telah mencapai MPP} \quad (2.11)$$



Gambar 2.8 Flowchart INC

Dalam sistem MPPT algoritma INC memiliki keakuratan dalam pelacakan titik MPP dengan minimumnya osilasi *steady state* ketika adanya perubahan iradiasi matahari secara cepat dan mendadak. Tetapi algoritma ini kurang begitu efektif bekerja melacak MPP ketika ketika adanya perubahan iradiasi matahari secara cepat dan mendadak serta masih memiliki tingkat osilasi yang relatif besar pada saat keadaan mantap. Pada gambar 2.9 ketika iradiasi 500 W/m² dan *system* bekerja pada beban 2 berdasarkan kurva Daya (P) – Tegangan (V) titik MPP berada

di titik B. Saat iradiasi tiba-tiba meningkat menjadi 1000 W/m^2 titik MPP akan bergeser menuju titik C dimana kemiringan titik C dengan B bernilai *positive* sehingga membuat INC ini meingkatkan tegangan PV dan menjauhi titik MPP . Sedangkan ketika iradiasi matahari 1000 W/m^2 titik MPP berada di titik A dan kemiringan titik A dengan C bernilai *negative* seharusnya tegangan PV diturunkan agar titik MPP dapat tercapai.

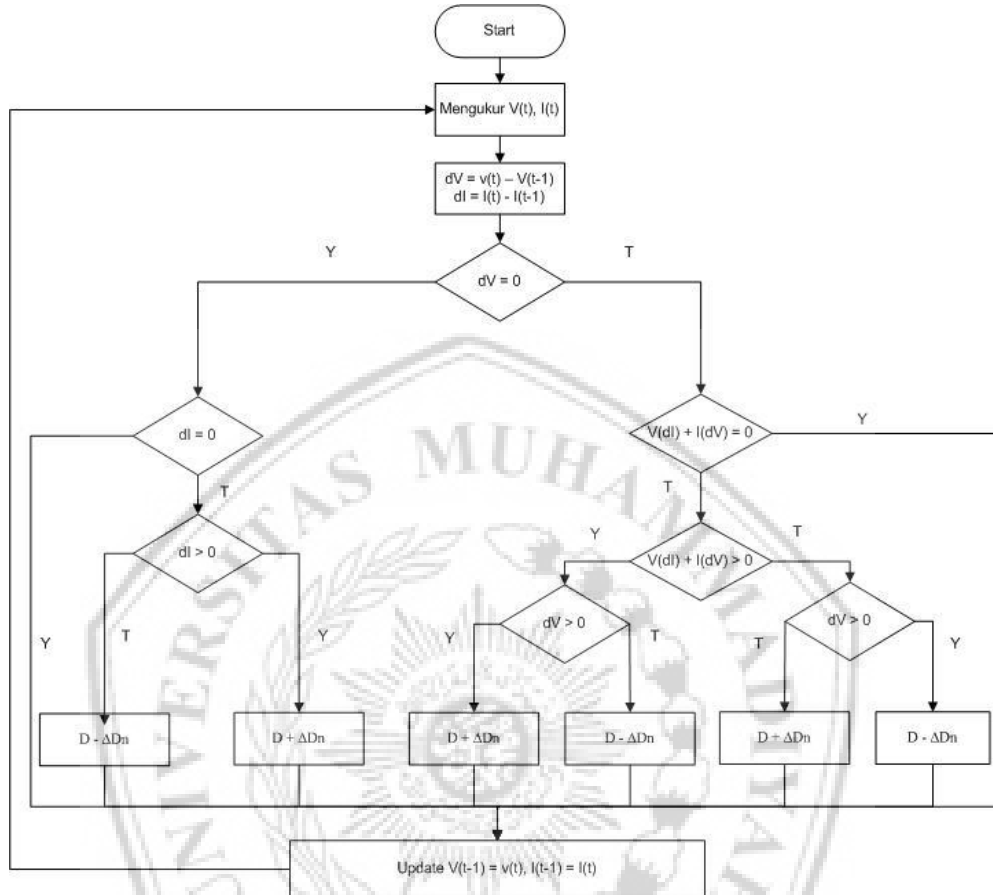


Gambar 2.9 Kurva Kenaikan Iradiasi Matahari

2.2.3 Algoritma *Modified Incremental Conductance*

Algoritma *Modified incremental conductance* (MIC) ialah pengembangan dari algoritma IC dimana algoritma IC menggunakan slope (lereng) pada kurva P-V untuk mendeteksi MPP. MPP tercapai jika titik kerja tepat berada pada puncak kurva P-V (slope sama dengan 0) sehingga nilai *duty cycle* akan tetap dan tidak ada osilasi pada keadaan ini. Tetapi pada keadaan sesungguhnya kondisi ini sangat jarang ditemui bahkan pada saat terjadi perubahan radiasi matahari yang sangat cepat dan tiba-tiba algoritma ini gagal membuat keputusan yang tepat sehingga terjadi osilasi pada kondisi keadaan mantap. Untuk itu dilakukan modifikasi dan

diterapkan persamaan berikut untuk mengurangi osilasi keadaan mantap dan meningkatkan kinerja algoritma [7]. Dimana flowchart dari algoritma tersebut dapat dilihat pada gambar 2.10.



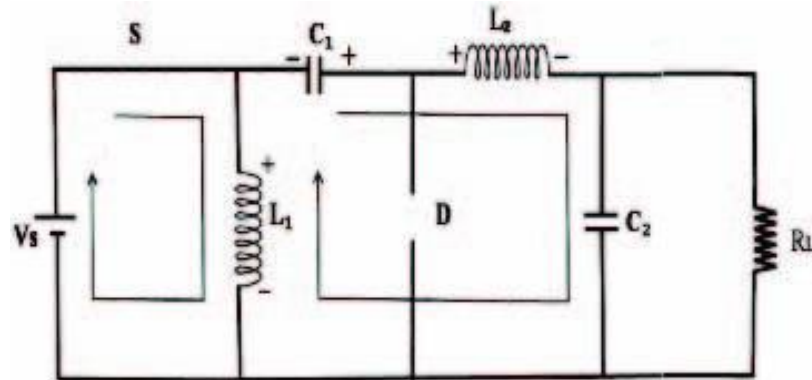
Gambar 2.10 Flowchart *Modified Incremental Conductance*

Disini adanya tambahan variabel step $\Delta Dn = M |dP|$ berfungsi meredam osilasi dalam kondisi mantab.

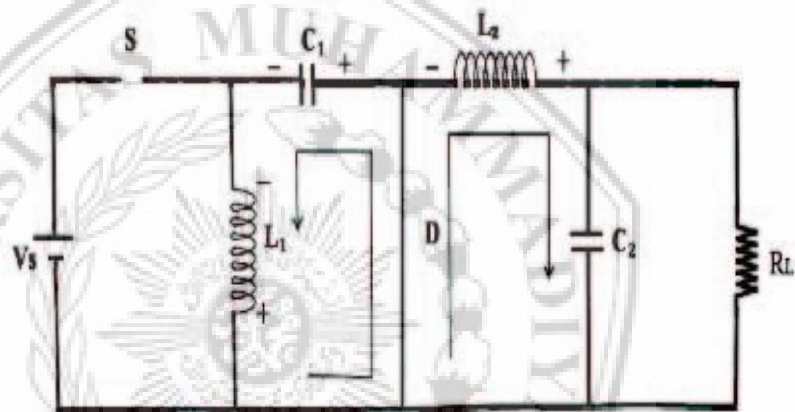
2.2 ZETA Converter

ZETA konverter ialah DC-DC konverter yang dapat menaikkan dan menurunkan tegangan masukannya sesuai dengan nilai *duty cycle* yang di masukan. Ketika *duty cycle* bernilai dibawah 50% maka konverter ini menurunkan tegangan, dan sebaliknya [5]. Pada konverter ZETA terdapat dua buah *state* rangkaian dalam satu periode *switching*. *Converter* ini terdiri dari saklar yang berupa MOSFET, dua buah kapasitor, dua buah inductor dan beban resistif. Prinsip kerja dari ZETA converter berdasarkan kondisi MOSFET aktif dan yang lainnya dalam kondisi tidak aktif. Ada dua tahap kerja dari ZETA converter dapat dilihat pada gambar 2.11 dan 2.12. ketika saklar yang berupa mosfet pada keadaan menyala tersimpannya energy

kedalam L1 dan L2 dan ketika saklar pada keadaan mati maka adanya perpindahan energy dari L1 menuju C1 dan energy L2 menuju beban (Deepak 2016).



Gambar 2.11 ZETA *converter* dalam keadaan mosfet menyala



Gambar 2.12 ZETA *converter* dalam keadaan mosfet mati

Berikut merupakan persamaan untuk menghitung nilai komponen pada

ZETA *converter* :

$$D = \frac{V_{out}}{(V_{in} + V_{out})} \quad (2.12)$$

$$L1 = L2 \geq \frac{V_{in} \times D}{F_s \times \Delta I_L} \quad (2.13)$$

$$C = C1 \geq \frac{D \times I_{out}}{\Delta V_c \times F_s} \quad (2.14)$$

$$C2 \geq \frac{D \times V_{in}}{8 \times \Delta V_c \times F_s^2 \times L2} \quad (2.15)$$